

Практические занятия по дисциплине
Технологии измерений и мониторинга
в сетях мобильной связи

Доц. Антипин Борис Маврович
Кафедра «Телевидения и
Метрологии»

Преимущества использования логарифмических единиц

- Сжимается диапазон измеряемых величин.
- Разы перемножаются (делятся), а децибелы складываются (вычитаются).
- Нет разницы при использовании децибел между напряжением (током) и мощностью.

Определение децибел

Децибел обозначается как дБ.

По определению $K(\text{дБ}) = 10 \lg_{10} K_p(\text{раз})$.

С другой стороны,

$K_p = (P_2 / P_1)$, т.к. $P = (U^2 / R)$, то

$$K_p = (U_2^2 / R) / (U_1^2 / R) = U_2^2 / U_1^2 = K_u^2$$

В итоге получаем

$$\begin{aligned} K(\text{дБ}) &= 10 \lg_{10} K_p(\text{раз}) = 10 \lg_{10} K_u^2(\text{раз}) = \\ &= 20 \lg_{10} K_u(\text{раз}) \end{aligned}$$

Основные соотношения между разами и децибелами

К(дБ)	K_u (раз)	K_p (раз)
0	1	1
3	1,41	2
6	2	4
10	3,16	10
20	10	100
40	100	10000
$n*10$	$10^{(n/2)}$	$10^{(n)}$

Выражение абсолютных единиц в децибелах.

Выражение напряжения через логарифмические единицы

По определению

$$U(\text{дБ(мкВ)}) = 20 \lg(U/1\text{мкВ}).$$

Сложение и вычитание логарифмических единиц

Корректна ли следующие операции?

Какие величины получатся в результате?

$$U_1(\text{дБ(мкВ)}) + U_2(\text{дБ(мкВ)}) = ?$$

и

$$U_1(\text{дБ(мкВ)}) - U_2(\text{дБ(мкВ)}) = ?$$

Выражение абсолютных единиц в децибелах.

Выражение мощности через логарифмические единицы

По определению

$$P(\text{дБ(мВт)}) = 10 \lg(P/1\text{мВт}) = P(\text{дБм})$$

Сложение и вычитание логарифмических единиц

Корректна ли следующие операции?

Какие величины получатся в результате?

$$P_1(\text{дБм}) + P_2(\text{дБм}) = ?$$

и

$$P_1(\text{дБм}) - P_2(\text{дБм}) = ?$$

Сложение и вычитание логарифмических единиц

Определить мощность P_3 в дБм на выходе идеального сумматора, если на входе действуют два напряжения с мощностями

$$P_1 = 30 \text{ дБм и } P_2 = 10 \text{ дБм}$$

$$P_3 \text{ (дБм)} = ?$$

Сложение и вычитание логарифмических единиц

Определить выходное напряжение U_3 в дБ(мкВ) на выходе идеального сумматора, если на входе действуют два напряжения

$$U_1 = 12 \text{ дБ(мкВ)} \text{ и } U_2 = 10 \text{ дБ(мкВ)}$$

$$U_3 \text{ (дБ(мкВ))} = ?$$

Связь между дБм и дБ(мкВ)

Вывести функциональную зависимость между дБ(мкВ) и дБм при значениях сопротивления нагрузки 50 и 75 Ом.

Для этого использовать соотношение

$$P(\text{Вт}) = \frac{U^2(\text{В}^2)}{R(\text{Ом})}$$

Предварительно перевести мощность из Вт в мВт, а напряжение – из В в мкВ, используя коэффициенты:

$$P(\text{Вт}) = \kappa_1 * P(\text{мВт}), \quad U(\text{В}) = \kappa_2 * U(\text{мкВ}).$$

Расчет линии связи.

Дано: $P_{\text{пер}}, r, f, g_1, g_2, d_1, d_2,$

где $P_{\text{пер}}$ – мощность излучения передатчика.

r - расстояние между передатчиком и приемником.

f – частота излучения передатчика.

g_1, g_2 – коэффициенты усиления антенн передатчика и приемника.

d_1, d_2 – затухание в кабелях передатчика и приемника.

Определить: Мощность сигнала на входе приемника

Расчет линии связи.

$$P_{\text{пр}} = (P_{\text{пер}} G_1 G_2 G_3 G_4 \dots G_n) / (4\pi r)^2$$

Потери на трассе распространения

$$L_{\text{пот}} = (4\pi r)^2 / \lambda^2$$

$$\lambda = c/f$$

Задание: Вывести формулу для затухания на трассе $L_{\text{пот}}$ в дБ от расстояния r в км и от частоты f в МГц.